# 航空装備研究所における
# 極超音速誘導弾研究開発の現在

防衛装備庁　航空装備研究所
誘導技術研究部
誘導システム研究室

令和６年１１月１３日

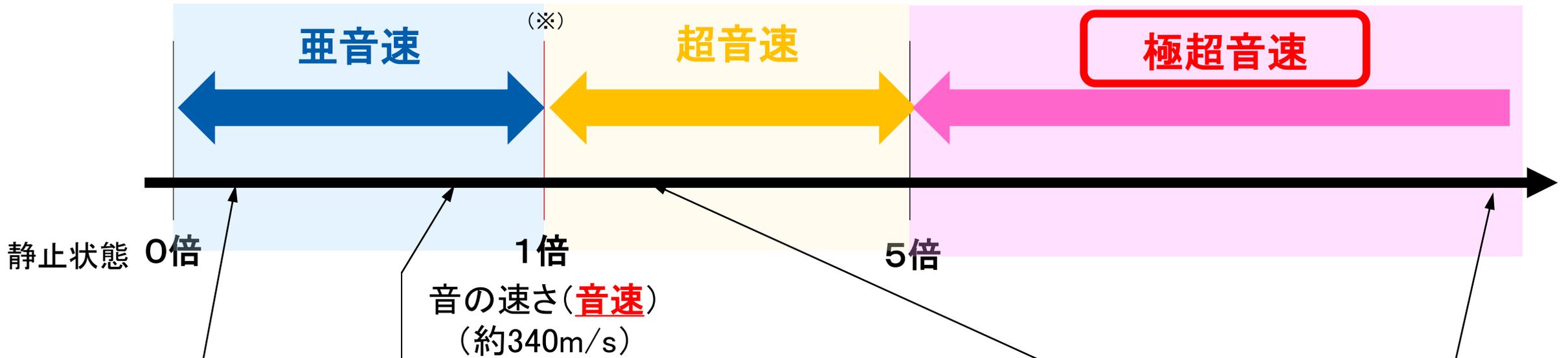
# そもそも極超音速とは・・・？



※亜音速と超音速の間に、遷音速領域（音速の0．8倍程度から1．2倍程度の範囲）も存在。

亜音速 （※） 超音速 **極超音速**

静止状態 0倍　1倍　5倍

音の速さ（**音速**）
（約340m/s）

新幹線（約0．2倍）※1

旅客機（約0．8倍） ※2

コンコルド（約2倍）※3

宇宙機の大気圏突入
（約20倍）※4

※1：出典 https://railway.jr-central.co.jp/train/shinkansen/n700s/index.html
※2：出典 https://aircraft.airbus.com/en/a350-1000-transpacific-wallpapers
※3：Intrepid Museumにて撮影
※4：出典 https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2000/08/Atmospheric_Re-entry_Demonstrator_-_artist_s_impression

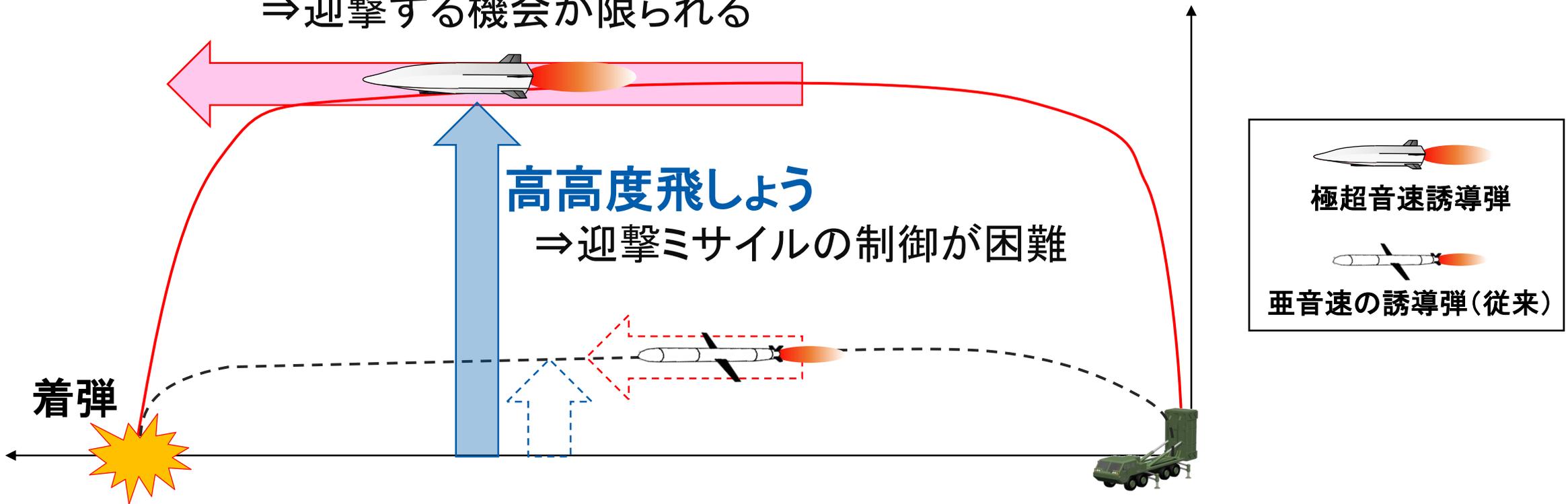
# 極超音速誘導弾とは



■ 極超音速(音速の5倍以上)で飛しょう可能な誘導弾

極超音速飛しょう
⇒迎撃する機会が限られる

高高度飛しょう
⇒迎撃ミサイルの制御が困難

着弾

極超音速飛しょう＆高高度飛しょうにより迎撃が困難

# 航装研における極超音速関連の研究計画



| R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

*スクラムジェットエンジン等の要素技術を確立*
**極超音速誘導弾要素技術の研究**

極超音速誘導弾の飛しょう実証に向けた研究開発

*飛しょう実証に向けた誘導弾システムインテグレーション*
**極超音速誘導弾の研究**

成果を装備品としてオンハンド

極超音速誘導弾の各種試験評価に必要な試験装置等の整備

*発射試験に必要な各種計測装置等で構成された計測システム*
**統合装備計測評価システム**

将来の極超音速飛しょうに必要な先進技術の獲得

*エンジンの燃焼予測ツール構築*
**将来の極超音速飛行のための研究**

*スクラムジェットエンジンの高効率化・小型化*
**先進スクラムジェットエンジンの研究**

将来の極超音速事業に向けて技術基盤を獲得

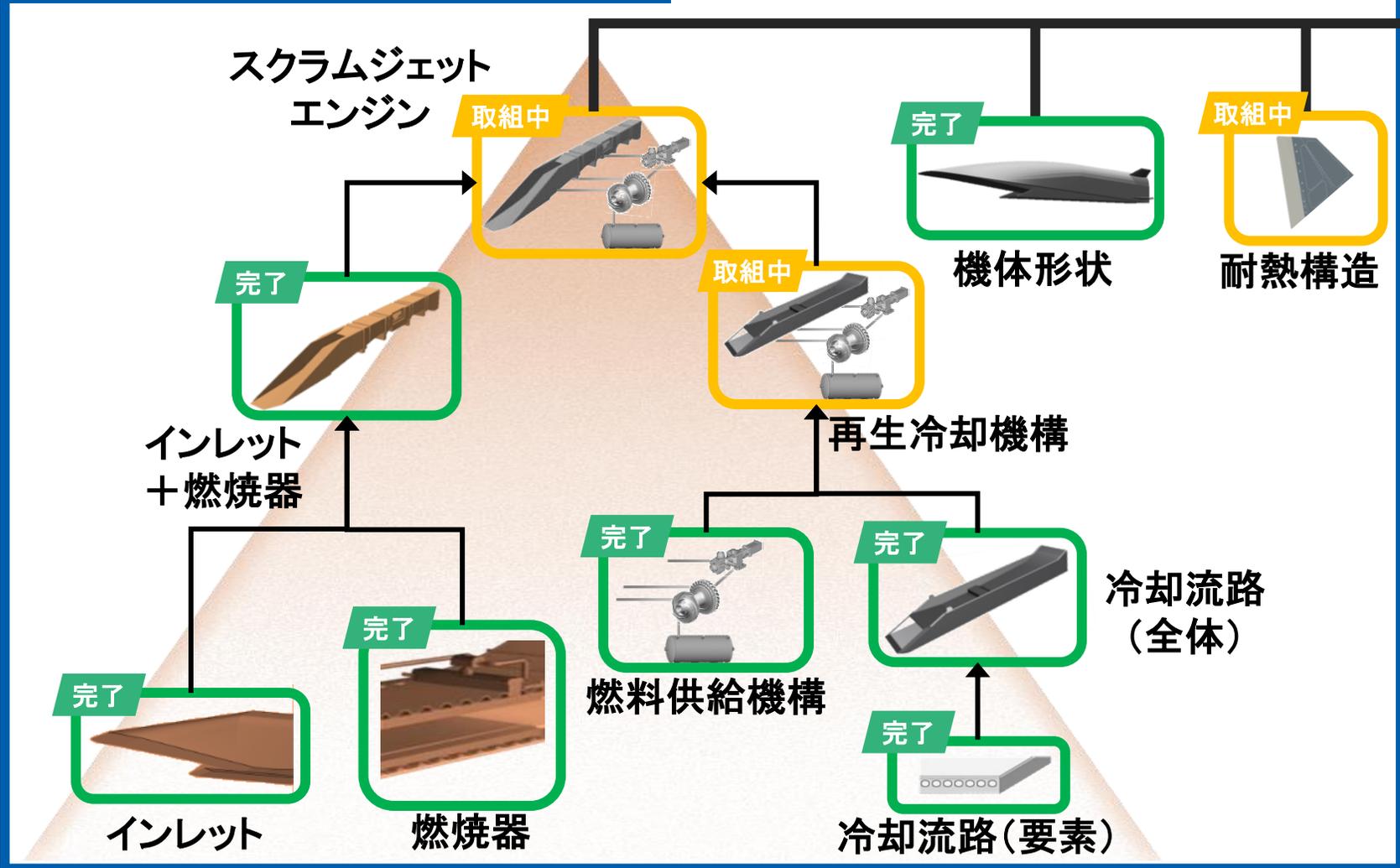
# 極超音速誘導弾の飛しょう実証に向けた研究開発



## 極超音速誘導弾要素技術の研究（令和元～7年度）

極超音速誘導弾に必要な要素技術の確立、地上試験による実証

スクラムジェットエンジン 取組中
機体形状 完了
耐熱構造 取組中
インレット＋燃焼器 完了
再生冷却機構 取組中
インレット 完了
燃焼器 完了
燃料供給機構 完了
冷却流路（全体） 完了
冷却流路（要素） 完了

他機種における実績
シーカ
弾頭
ロケットモータ

## 極超音速誘導弾の研究（令和5～13年度）

誘導弾としてインテグレーションし、飛しょう実証を目指す

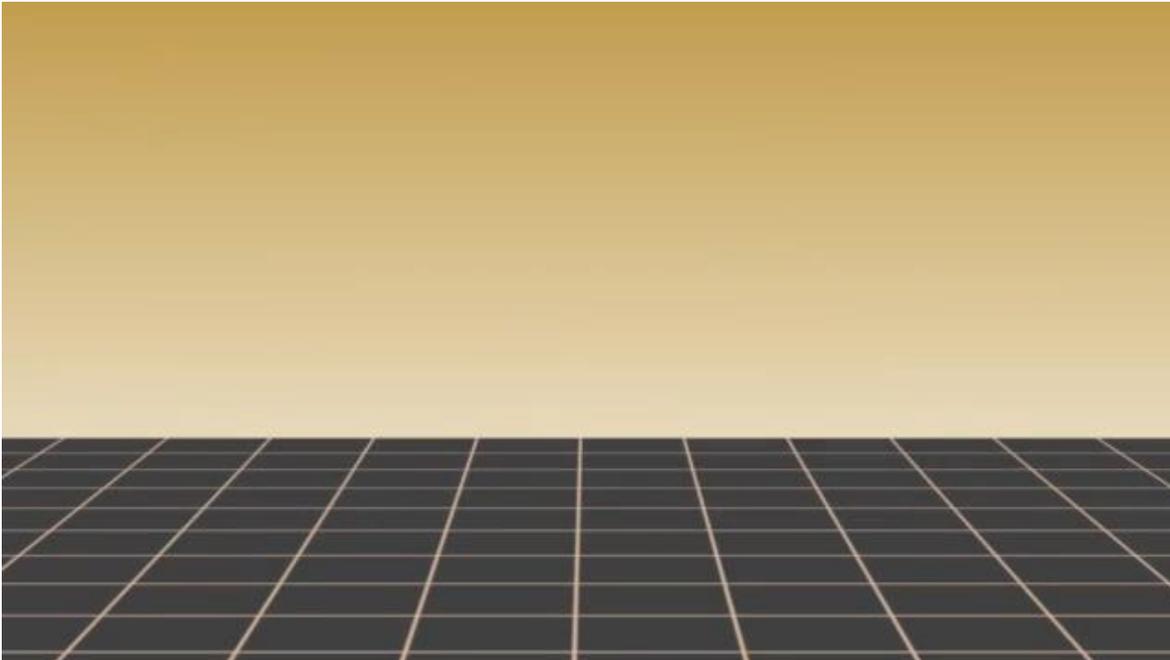
- ✓ 極超音速誘導弾の早期実現のため、「要素技術の研究」の完了に先んじて事業着手
- ✓ 「要素技術の研究」の成果をタイムリーに反映。飛しょう実証の段階的実施によりリスクを低減しつつ研究開発を進める

# 「要素技術の研究」 −取り組み状況−

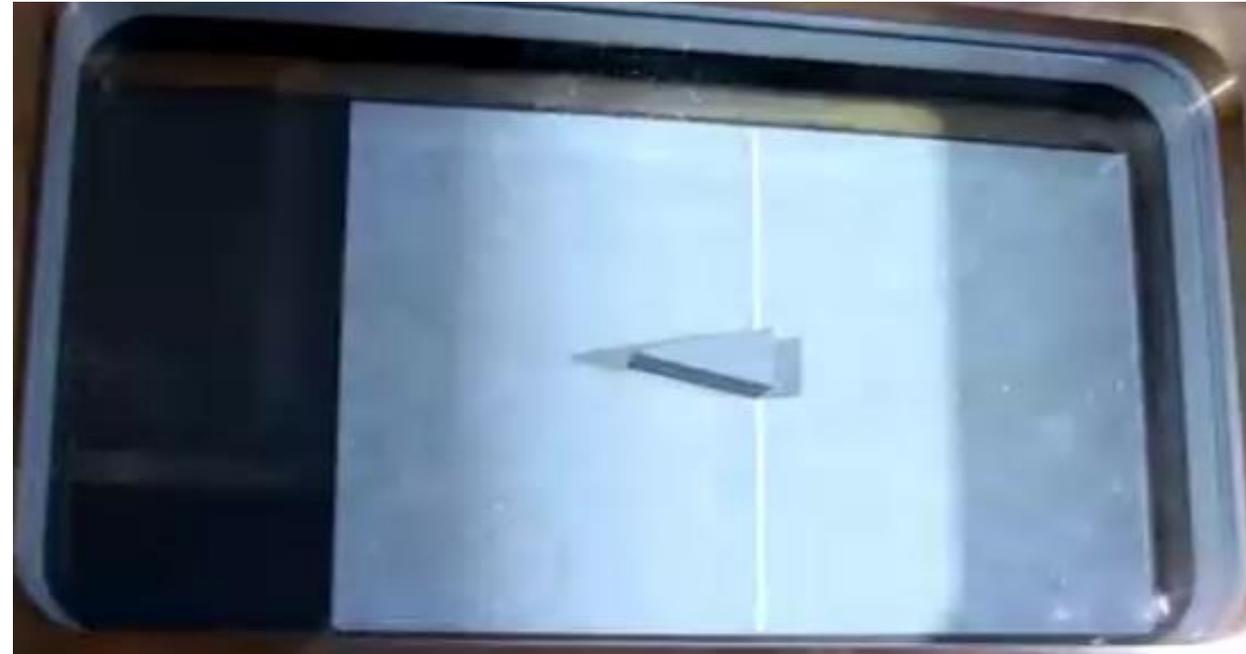


■ 極超音速誘導弾に必要な要素技術に関する各種試験を実施

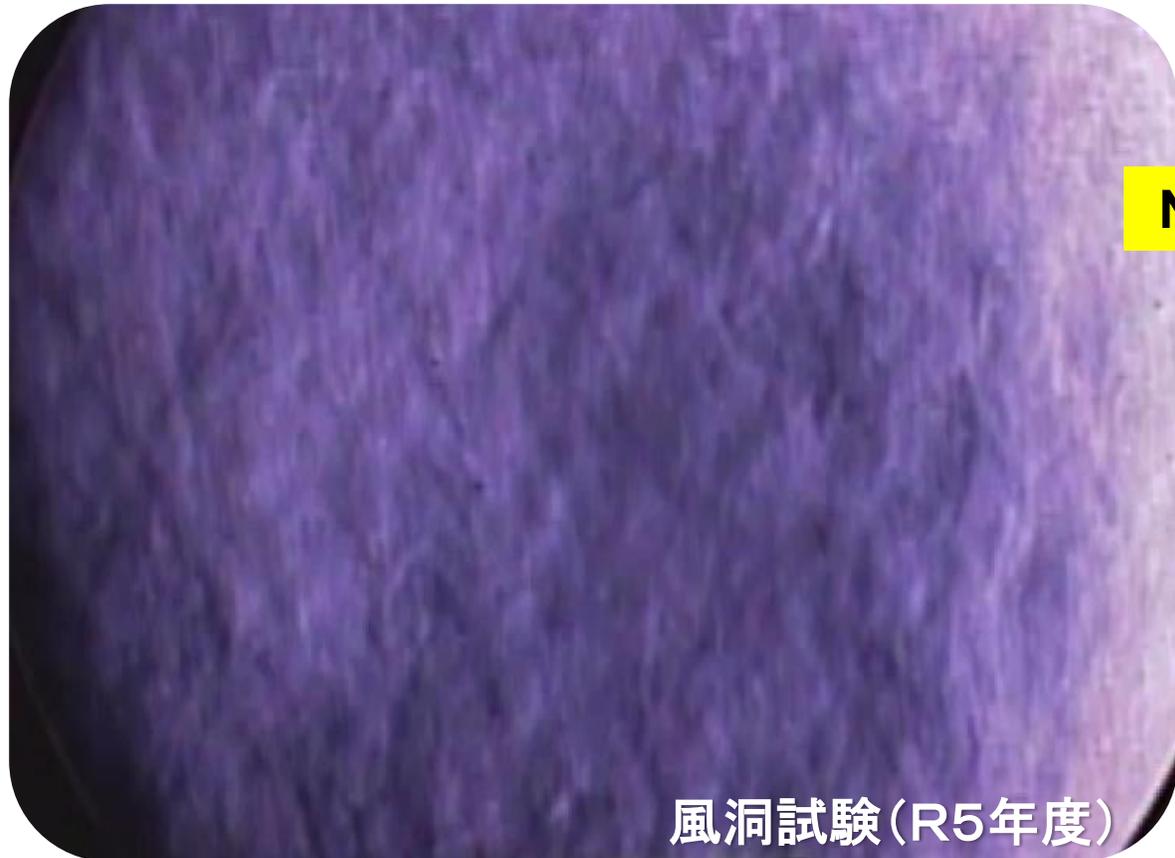
## エンジン燃焼試験（インレット+燃焼器）

- ✓ 極超音速飛しょう相当条件の気流中でスクラムジェットエンジンの燃焼性能を確認
- ✓ 飛しょう実現性に係る検討＆燃焼性能モデルの精緻化を実施

## 耐熱材料加熱試験

- ✓ 極超音速飛しょう相当条件の気流の中で、機体の耐熱構造を模した供試体を加熱
- ✓ 耐熱構造の損耗特性を把握し、伝熱モデルの精緻化を実施

# 「極超音速誘導弾の研究」 −取り組み状況−



- 機体風洞試験を新たに実施し、飛しょう性能等の検討に必要な空力データを取得中
- 「要素技術の研究」成果や、他機種における知見等も最大限活用し、飛しょう性能や弾体規模、地上装置を含む誘導弾システムとしての成立性を検討中

風洞試験（R5年度）

NEW！！

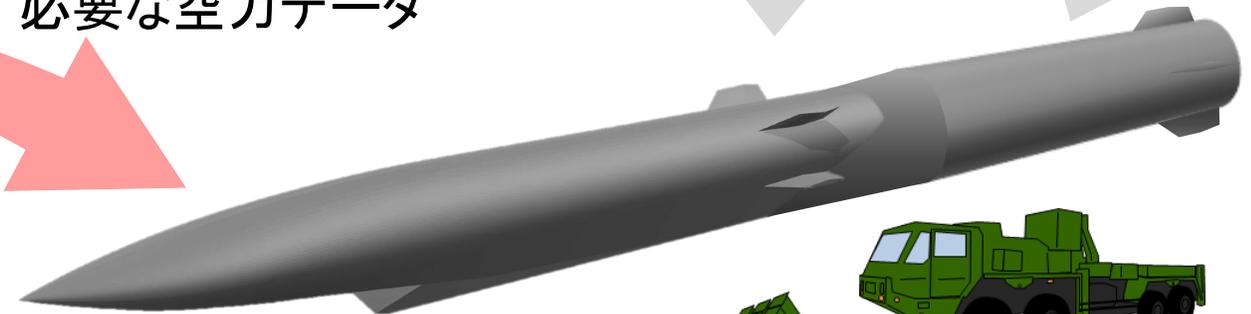
機体形状等の検討に必要な空力データ

「要素技術の研究」の成果

他機種の知見

地上装置

※イラストはイメージ

# 極超音速誘導弾の段階的な飛しょう実証計画



- ■ 極超音速誘導弾を早期に実現するため、段階的な発射試験を計画
- ■ 第一段階として、実飛しょう環境におけるエンジンの始動性に関するデータを取得予定
- ■ 地上試験との差異を分析し、エンジン設計、試験評価の実施要領等を更新

**実飛しょう環境**

エンジン着火

始動性に関する
データ取得

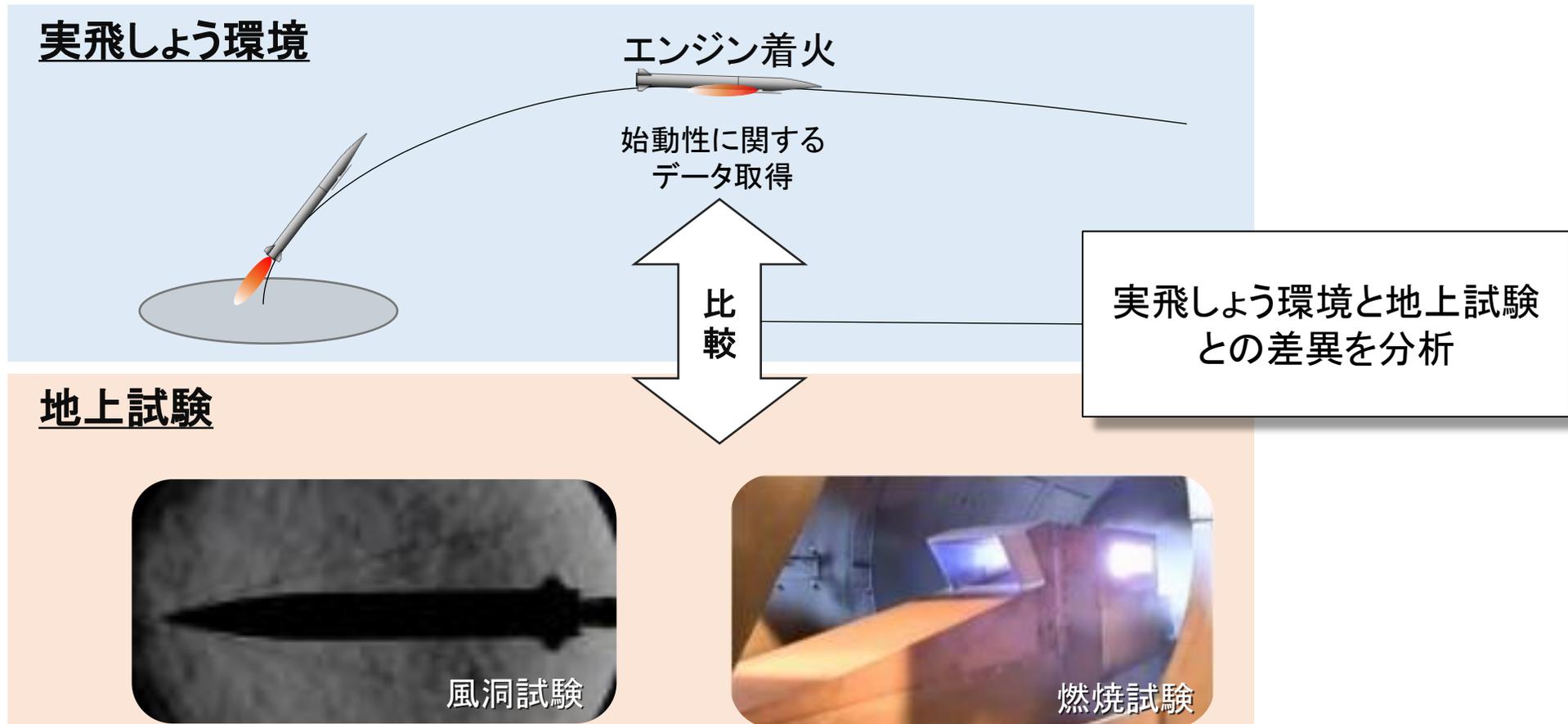
比較

実飛しょう環境と地上試験
との差異を分析

**地上試験**

風洞試験

燃焼試験

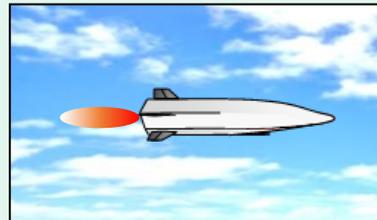
# 将来の極超音速飛しょうに向けた研究



■ 将来的な極超音速領域の活用に必要となる基盤的技術の獲得も推進

## 将来の極超音速飛行のための研究

地上試験で取得したデータから、実飛しょう環境におけるスクラムジェットエンジンの燃焼を、高精度で予測可能なツールを構築

**実飛しょう環境**

発射試験が必要であり、費用や期間がかさむ

**燃焼予測ツール** 予測

**地上の燃焼試験**

比較的安価で、複数回の試験が容易

## 先進スクラムジェットエンジンの研究

スクラムジェットエンジンの小型化・高効率化に必要な各種先進技術を考案、検討

| | インレット形状 | 燃料 |
|---|---|---|
| 従来 | ２次元 | 液体 |
| 本研究 | **3次元** | **固体** |

誘導弾の比推力向上が期待

構造の簡素化・軽量化、保炎性能向上が期待

極超音速誘導弾のさらなる飛しょう距離の延伸、小型化、機動性能の向上等を目指す

# まとめ



- ✓ 航空装備研究所では、極超音速誘導弾の早期実現に向けて、要素技術の研究、飛しょう実証に向けた研究開発、試験評価設備等の整備に取り組んでいます。

- ✓ 令和5年度より飛しょう実証に向けた検討に着手し、これまでの各種試験成果等に基づき、誘導弾の飛しょう性能や弾体規模等の検討を実施しました。

- ✓ これからも極超音速誘導弾の早期実現を目指し、各種検討を加速させていきます。